

Faktorer av betydelse för bedömning av gröna taks påverkan på biodiversitet

Factors relevant to the assessment of green roofs impact on biodiversity

Turi Knudsen



Faktorer av betydelse för bedömning av gröna taks påverkan på biodiversitet

Factors relevant to the assessment of green roof impact on biodiversity

Turi Knudsen

Handledare: Helena Karlen, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör:odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Turi Knudsen

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Gröna tak, biodiversitet, biologisk mångfald, bruna tak, urban biodiversitet, levande tak, bedömning.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Jag vill tacka min handledare Helena Karlen för goda råd, goda idéer och vägledning när jag gått vilse under arbetes gång. Jag vill också tacka mina studiekompisar som suttit ihop med mig under arbetes långa dagar, bidragit med stöd och underhållning i pauser. Sist vill jag tacka mina sammanboende för stöd under denna intensiva period.

Sammanfattning

Biodiversitet är variationen av liv och är en grundsten för människans existens. Biodiversitet omfattar viktiga ekosystemtjänster genom biologiska processer och funktioner som upprätthållas i naturen, exempelvis pollinering och cirkulation av näringsämnen. Biodiversitet är under konstant förändring och människor har senaste århundrande varit ansvarig för en negativ påverkan. Städer expanderar och i samband med detta försvinner grönområden och unika biotoper i urbana miljön.

I Europa blir det mer och mer vanligt att nyttja stadens takyta och etablera gröna tak. Gröna tak är tak som är helt eller delvis täckt med vegetation. De första gröna taken kan spåras till Babylons hängande trädgårdar, och både romarna och vikingarna etablerade gröna tak. Tyskland räknas som ursprunget till moderna gröna tak system. Moderna gröna tak har etablerats i Sverige i ca 20 år.

Gröna tak är uppdelad i olika typer tak. Extensiva tak, intensiva tak och semi-intensiva tak. Det som skiljer de olika taktyperna åt är olika substratdjup, skötselintensitet och användning.

Gröna tak har en rad olika fördelar och funktioner, som minskad risk för översvämningar, minskad buller, minskad effekt av urbana varmeöar och förmåga fungera som habitat för flora och fauna och därmed påverka biodiversitet. Biodiversa tak är specifikt designade för att gynna biodiversitet.

Hui och Chan har sammanfattat sex faktorer som kan användas för att bedöma gröna tak och dess förmåga att påverka biodiversitet. De har också skapat ett poängsystem för att rangordna gröna tak efter dess förmåga att gynna biodiversitet. De sex faktorerna består av 1.) Artdiversitet och rikedom. 2.) Växtarter (inhemska eller icke-inhemska), 3.) Substrattyp, substratdjup och sammansättning. 4.) Förbindelse till existerande urban vegetation. 5.) Proportion av gröna tak på byggnadstomt. 6.) Hållbar etablering. Dessa faktorer är övergripande faktorer som kan ge en indikator på gröna taks potential att påverka biodiversitet och ger inte en detaljerat mätning av biodiversitet på taken. Några av faktorerna är oklara och behöver mer utredning och beskrivning. Studier där man jämför resultat av poängsystemet med mätningar av biodiversitet på tak bör göras för att ta reda på hur exakta resultaten är med en mer noggrann mätning av biodiversitet.

Abstract

Biodiversity is the variety of life and is a cornerstone of human existence. Biodiversity includes important ecosystem services by biological processes and functions that are maintained in nature, such as pollination and nutrient cycling. Biodiversity is constantly changing. Humans have during the last century been responsible for a negative impact. Cities are expanding, and in connection with this, green spaces and unique habitats are disappearing in the urban environment.

In Europe, it is becoming more and more common to use the city's ceiling area and establish green roofs. Green roofs are roofs that are completely or partially covered with vegetation. The first green roofs can be traced back to the hanging gardens of Babylon, and both the Romans and the Vikings established green roofs. Germany counts as the origin of the modern green roof systems. In Sweden modern Green roofs have been established for about 20 years.

Green roofs are divided into different types of roofs. Extensive roofs, intensive roofs and semi-intensive roofs. What distinguishes the different types of roof types is the different substrate depth, management intensity and usage of the roofs.

Green roofs have a range of benefits and features which includes reduced risk of flooding, reduced noise, reduced effect of urban heat islands and ability to work as a habitat for flora and fauna and thus affect biodiversity. Biodiverse roofs are specifically designed to promote biodiversity.

Hui and Chan has summarized six key factors that can be used to evaluate green roof and its ability to promote and increase biodiversity. They have also created a scoring system to assess green roofs for its ability to promote biodiversity. The six factors consist of 1.) Species diversity and richness. 2.) Plant species (domestic or non-domestic), 3.) Substrate type, substrate depth and composition. 4.) Connection to existing urban vegetation. 5.) Ratio of green roofs on the building plot. 6.) Sustainable establishment. These factors may be an indicator for the green roofs potential to benefit biodiversity. Some of the factors are unclear and needs more investigation and description. Studies, where comparing result of the scoring system with measuring of biodiversity on roofs should be made to find out how exact the results of the scoring systems results are compared to a more accurate measurement of biodiversity.

Innehållsförteckning

Inledning	6
Bakgrund.....	6
Frågeställning.....	8
Syfte och mål	8
Avgränsning.....	8
Material och metod	8
Resultat	9
Biodiversitet.....	9
Biodiversitet i urbana miljöer	11
Gröna tak.....	12
Figur 1	14
Sedum tak.....	17
Figur 2	18
Biodiversitetstak	18
Figur 3	19
Biotoptak.....	20
Bruna tak.....	20
Bedömning av biodiversitet på gröna tak.....	21
Tabell1	22
Artdiversitet och rikedom	22
Växtarter	23
Substrattyp, substratdjup och sammansättning	24
Figur 4.....	24
Figur 5.....	26
Förbindelse till existerande urban vegetation	26
Proportion av gröna tak på byggnadstomt	27
Hållbar utveckling och etablering.....	28
Diskussion	29
Slutsats	32
Källor	34

Inledning

Biodiversitet ger människan möjlighet att nyttja livsnödvändiga biologiska resurser genom ekosystemtjänster (Gaston & Spicer, 2004). Människor har en negativ påverkan på biodiversitet och har ett ansvar att bevara och gynna biodiversitet (Florgård et al. 1994). Som följd av att städerna expanderar försvinner värdefulla biotoper i urbana miljön.

I Europa blir det mer och mer vanligt att nyttja stadens takyta och etablera gröna tak. Gröna tak har förmåga att skapa habitat för flora och fauna och gynna biodiversitet (Kadas, 2010). Men hur kan takens förmåga att påverka biodiversitet bedömas?

I detta arbete tas det upp faktorer som har förmåga att påverka biodiversitet på gröna tak. Vid hjälp av dessa kan man få en överblick över takens förmåga att påverka biodiversitet.

Bakgrund

Biodiversitet är variationen av liv och hänvisar till variationen inom alla biologiska organismer (Gaston & Spicer, 2004). I detta arbete kommer biologisk mångfald benämnas som biodiversitet. Biodiversitet kan definieras som variationen inom samma art samt mellan arter, men kan också innebära mångfalden inom ett ekosystem och mellan ekosystem (Lundgren, 2007).

Biodiversitet är en grundsten för människans, djurs och växters existens. Biodiversitet är en förutsättning för att människan har mat, ett hem att bo i och mediciner för att överleva sjukdom (Lundgren, 2007). Människan har en stor påverkan på biodiversitet genom byggning, skogs, och lantbruk (Florgård et al. 1994). I senare tid har påverkan haft en mer negativ följd och gått snabbare än tidigare. Mekanisering och industrialisering inom skogsbruk och jordbruk leder till att växter, insekter och djurs livsmiljö försvinner och som följd av detta utrotas arter (Bernes, 1994). Våra städer expanderar och gröna lungor i städerna blir färre, mindre och mer isolerade (Ishimatsu & Ito, 2013, Kadas, 2010). I samband med detta minskar biodiversitet.

Tätorter kan uppfattas som artfattiga områden (Florgård et al. 1994). Eftersom städer ofta har ett annat klimat än landsbygden gör det att helt unika stadsbiotoper kan uppstå. Dessa biotoper är hotade och eftersom de är unika är de också viktiga att bevara.

I detta arbete kommer vegetationstak benämnas som gröna tak. Gröna tak är tak som är helt eller delvis täckt med vegetation (Dover, 2015). Taken är i regel dyrare att etablera än traditionella tak, men har en rad andra fördelar som kan motivera den högre kostnaden för byggare och husägare (Magill et al. 2011). Gröna tak kan bland annat bidra till att minska effekten av urbana värmeöar i städerna, reducera luftföroreningar, minska översvämning, minska buller, förlänga takmembranens livslängd samt tillföra estetisk värde i stadsmiljö (Dover, 2015). Gröna tak kan också

erbjuda habitat till insekter, fåglar, djur och växter och har en potential att bevara och gynna biodiversitet i städer. Nackdelen med gröna tak är den högre kostnaden av att etablera taket, att det är högre krav till en konstruktion som klarar av vikten och att taket kräver mer skötsel än ett konventionellt tak.

Gröna tak kan spåras till Babylons hängande trädgårdar (Dover, 2015). Man har hittat bevis för att både romarna och vikingarna använda gröna tak. I kalla klimat användes torvtak för att hålla på värmen och skydda hus och människor från väder och vind och har använts på tak i Norden fram till denna dag (Magill et al., 2011).

Tyskland räknas som ursprunget till moderna gröna tak system.

På 1970-talet blev det genomfört en del forskning på gröna tak i först och främst Tyskland och Schweiz. Detta förde till utveckling av gröna tak industrin, vilket innebär företag som driver med etablering och system av gröna tak. Moderna Gröna tak har etablerats i Sverige i ca 20 år (Emilsson, 2008). 2001 grundades Scandinavian green roof institute (Scandinavian Green Roof Institute, 2016) Detta är ett kompetenscenter för gröna tak och väggar, och dess mål är att öka användning och intressen för gröna tak i Skandinavien (EFB, 2016).

Efter 30 år med forskning och utveckling är gröna tak industrin i Europa ganska stadig och det är utvecklade stabila och pålitliga produkter och system om är i användning. I staden Basel i Schweiz är det lagstiftat att alla platta tak på nya byggnader skall vara gröna tak (Brenneisen, 2006). Det finns riktlinjer för hur taken skall vara utformade, bland annat för att skapa habitat för lokal flora och fauna. På tak över 500 kvadratmeter måste substratet som används bestå av naturligt substrat från omkringliggande områden och av varierad djup för att vara anpassad lokal flora och fauna.

Gröna tak delas oftast upp i extensiva, intensiva tak och semi-intensiva tak (Dover, 2015). Extensiva tak räknas som tak som består av ett tunt substratlager och kräver lite bevattning och skötsel efter etablering. Intensiva tak består av ett djupare lager medium och ett större antal varierade växtarter, och kräver en mycket större mängd skötsel. Semi-intensiva tak definieras som ett tak med ett substrat med rimlig mängd substrat för att hålla tillräcklig vattenmängd för att olika typer av växter, insekter och djur skall trivas på taket. Biodiversa tak är tak specifikt designade för att gynna biodiversitet. Biodiversitetstak är ofta designad för att efterlikna ett naturligt markhabitat för att skapa ett eftertraktat habitat för flora och fauna (Dover, 2015). Biodiversa tak kan planteras eller lämnas för att koloniseras naturligt.

På flera ställen i Europa har det utvecklats lagstiftningar och startats projekt för att gynna biodiversitet på gröna tak i urbana miljöer. Lagstiftningen för gröna tak i Basel är ett exempel på detta. I 2012 startade Malmö stad ett projekt som heter BiodiverCity med en mängd olika aktörer (BiodiverCity, 2016). Projektets vision var

bland annat att gynna biodiversitet i staden genom att utveckla olika urbana biotoper. I projektet blev det bland annat planterat stadsträd, etablerad gröna fasader och väggar, mobila växtsystem och gröna tak. Projektet innefattade åtta case med gröna tak (BiodiverCity, 2016). De gröna taken i projektet var alla designade, och består av olika växter och substrat speciellt valda för att gynna diversitet av både flora och fauna.

Frågeställning

Vilka samband finns mellan biodiversitet och gröna tak? På vilka sätt kan gröna taks påverkan på biodiversitet bedömas?

Syfte och mål

Arbetets syfte är att undersöka vilka samband det finns mellan biodiversitet och gröna tak och hur man kan bedöma gröna taks förmåga att påverka biodiversitet. Syftet är att få en överblick över vilka faktorer som spelar in i påverkan på biodiversitet på gröna tak. Målet är att arbetet kan bidra till tydlighet inom begreppen biodiversitet och gröna tak.

Avgränsning

Arbetet kommer handla om gröna taks förmåga att påverka biodiversitet och kommer inte gå detaljerat in på gröna taks förmåga att påverka andra aspekter, eller andra egenskaper av gröna tak. Metoder för att mäta biodiversitet på gröna tak kommer inte att beröras av litteratursökningen. Aspekter som etablering av gröna tak, skötsel aspekter, växt val och krav på byggnaden kommer inte beskrivas i arbetet.

Material och metod

Arbetet består av en litteraturstudie. Litteratur är främst hämtad från böcker och vetenskapliga artiklar. En litteratursökning har gjorts via databaser som Primo, Web of science, Google Scholar, samt Google. Sökord jag har använt mig av är bland annat: gröna tak, biodiversitet, urban biodiversitet, levande tak, bruna tak samt olika varianter och engelsk översättningar till dessa. Litteraturen som använts har sammanställts i resultatdelen.

Resultat

Biodiversitet

Biodiversitet omfattar viktiga biologiska processer och funktioner som upprätthållas i naturen, exempelvis pollinering och cirkulation av näringsämnen (Aniansson & Larsson, 1990). Biodiversitet består av tre nivåer: ekologiska system (livsmiljö), arter, och gener (arvsanlag). Livsmiljö är en förutsättning för diversitet inom arter. Om livsmiljön till en art försvinner, är det möjligt att också arten försvinner. En livsmiljö kan också vara avhängig av arter för funktioner som pollinering och kompostering. Processerna är ofta en förutsättning för att de olika arterna och variationen inom arterna överlever i ett ekosystem. Ett ekosystem är ett avgränsat område i naturen där människor ser på området som ett system där olika organismer och faktorer påverkar varandra näringsämnen (Aniansson & Larsson, 1990). Ekosystemets funktion ökar i miljö med mycket lite antal arter, upp till miljö med ett mindre antal arter, men kan leda till en minskning om antalet arter ökar ytterligare (Gaston & Spicer, 2004). Detta kan tyda på att arterna har en viss typ av ekologisk likvärdhet.

Organismer cirkulerar en enorm mängd ämnen bland atmosfären, hydrosfären och litosfären (Gaston & Spicer, 2004). Dessa cykler bestämmer fysiska och kemiska förutsättningar, vilket igen skapar miljö där liv kan upprätthållas. Detta betyder att den indirekta följden av biodiversitet är själva förutsättningen för människors existens och välmående. Dessa cykler är exempel på ekosystemtjänster. Ekosystemtjänster är tjänster och produkter vi får från naturen som bidrar till människors välmående (Naturvårdsverket, 2015). Till exempel pollinering, rening av vatten och reglering av klimat.

Enligt Bernes (1994) betyder ekosystemets resiliens "dess förmåga att anpassa sig till oförutsedda förändringar". Resiliens är ett mått på hur snabbt ett ekosystem kan återhämta sig och återgå till "normal" tillstånd efter att ha utsatts för en förändring. Spridningen av riskerna blir större vid större biologisk diversitet vilket ökar möjligheter för återhämtning. Biologisk resiliens betyder att en liknande art kan överta en annans plats i ekosystemet om den utrotas. Minskad biologisk resiliens kan leda till en ekologisk kollaps i systemet som kan vara svår eller omöjlig att reversera.

Biodiversitet är ett komplex begrepp och det finns många olika aspekter. Om en art försvinner kan den aldrig komma tillbaka utan är borta för alltid (Aniansson & Larsson, 1990). Minskar det totala antalet av en art, kommer också den genetiska mångfalden inom arten minska och den kommer att ha en sämre förmåga att klara av förändringar i livsmiljö och vara mer utsatt för utrotning (Bernes, 1994). Biodiversitet är inte konstant utan förändringar sker hela tiden (Lundgren, 2007). Nya arter uppstår, andra arter utrotas. Dessa förändringar kan bland annat ske genom genetiska förändringar, ändring av habitat, eller förlorat habitat (Bernes, 1994).

Mångfalden vi har på jorden i dag är ett resultat av ca 4 - 4,5 miljarder år av evolution (Aniansson & Larsson, 1990). Människor har varit en stor del av förändring av biodiversitet under senare århundranden. Även om biodiversitet är livsnödvändig för människan och bringar många viktiga fördelar, har människan haft en negativ effekt på biodiversiteten (Gaston & Spicer, 2004). Beräkningar gjorda av (Reid, 1992) tyder på att mellan 1-10% av jordens arter utrotas varje årtionde.

Sverige är ett mer artfattigt land än sydligare länder (Bernes, 1994). Orsaken till det är det kalla klimatet och att istiden gjort att flora och fauna har haft mindre tid att utvecklas. Det svenska artbeståndet kan fortfarande vara lika viktigt att bevara eftersom det kan vara genetiskt skilt från övriga bestånd av samma art. I Sverige finns en större mångfald av olika biotoper jämfört med många andra länder.

Mekanisering och industrialisering inom skogsbruk och jordbruk leder till att blommor och gräs dör ut, det blir mindre variation inom trädslag och små unika miljöer försvinner (Bernes, 1994). I jordbruket och skogsbruket används monokulturer, diken läggs igen och kemisk bekämpning påverkar djur och växtliv. Luftföroreningar från utsläpp av växthusgaser och global uppvärmning påverkar miljön och kan medföra en försurning av nederbörd som leder till en försurning av marken. Dessa ändringar i livsmiljön för flora och fauna påverkar biodiversitet.

Slätterängar och naturbetesmarker är några av de mest artrika markslagen i Sverige (Bernes, 1994). Det har varit en stor minskning av dessa markslag vilket har varit mycket ogynnsamt för biodiversitet. Kemisk bekämpning har fört till förgiftningar bland fågelarter och kan föra till minskad tillgång på föda för insektsätande djur. Gödsling gör att växter anpassade till näringsfattiga naturbetesmarker försvinner. Naturvårdslagen har haft stor betydelse för bevarande av biodiversitet (Bernes, 1994). Detta genom att bland annat möjliggjort områdes och biotopskydd för skyddsvärda områden genom att fridlysa djur och växtarter samt ha tillträdesförbud och reglering av markanvändning.

Biodiversitet är en förutsättning för människans mat, kläder, mediciner och industriella produkter och viktigt för människans överlevnad (Gaston & Spicer, 2004, Aniansson & Larsson, 1990). Att gynna biodiversitet har etiska aspekter (Aniansson & Larsson, 1990). Människan har ingen rätt att utrota andra arter på jorden. En grundprincip säger att alla levande organismer har lika stor rätt att leva. Människan har en skyldighet att bevara jorden som den är till kommande generationer.

Att gynna och bevara biodiversitet handlar inte endast om att ha så många olika arter på ett område som möjligt, utan det finns flera mått på mångfalden och diversiteten (Lundgren, 2007). Ett artfattigt område kan också bidra till diversiteten på ekosystemnivå. Påverkan på biodiversitet vid att tillföra flera arter i en artfattig miljö har inte nödvändigtvis en positiv inverkan på biodiversitet i ett större perspektiv. Det

kan ha en negativ inverkan på mångfalden av naturtyper i en större skala om till exempel många av arterna har samma födokälla.

Ett mål med att gynna och bevara biologisk mångfald är att etablera långsiktiga livskraftiga bestånd med tillräckligt genetisk variation (Lundgren, 2007). Människor och djur skall ha möjlighet att uppleva en natur- och kulturmiljö med rik biologisk diversitet i lång framtid.

Biodiversitet i urbana miljöer

Tätorter uppfattas ofta som artfattiga områden, men det stämmer inte helt. I Oslo stad finns $\frac{3}{4}$ av hela Norges kärlväxter varav en stor del är sällsynta växter (Florgård et al. 1994). Förutsättningar som klimat kan vara annorlunda i stadsmiljö där temperaturen ofta är lite högre. Det gör att unika stadsbiotoper kan uppstå. Tätortsmiljöer är också hotade för utrotning. När skogs- och jordbruk tar över livsmiljön på landsbygden kan djur vara tvungen att använda sig av tätortsbiotoper för att ha tillgång på mat och skydd. Djur som tidigare funnits på landsbygden hittas nu i biotoper i städerna. Till exempel brukar stenknäck häcka i Humlegården i Stockholm, järnsparv och rödhake visar tendenser att etablera sig i tätorter och i Holland finns nu de sällsyntaste fjärilsarterna i städerna till följd av industrialisering i jordbruket (Florgård et al. 1994).

Ruderatmarker eller ödetomter är områden som tidigare har använts, men har lämnats och koloniserats av flora och fauna (Florgård et al. 1994). Ruderatmarker är områden som är kraftigt påverkade, men inte skötta. Exempel är tomter för rivna hus, järnvägsbankar, stenbrott, hamnar och avfallstippar. I detta arbete är begreppet brownfield sites benämnt som ruderatmark.

Ett typiskt karaktärstecken för ruderatmarker är fläckar av bar mark. Det är också vanligt med buskar, gräs och blommor. I Storbritannien är dessa ett av de mest biodiversa habitaterna som finns (Kadas, 2010).

Industriområden rymmer ofta djurarter som söker skydd från ogräsbekämpning i parker, trädgårdar och på jordbruksmark (Florgård et al. 1994). Ruderatmarker kan erbjuda skydd, boplats och mat. Det finns ofta en rik och varierad flora som kan gynna insekter, fåglar och andra djur. På avfallstippar har berglärka och berguv förekommit. Grustäcker, järnvägsområden och hamnar är ruderatmark som ofta koloniserats av djur och växter. Järnvägsbankar har en miljö där kortlivade växtarter gärna växer. Vissa arter lever endast i denna miljö (Florgård et al. 1994). I hamnområden kan man hitta arter som kommer från andra länder och kommit dit med lasten. Exempel på detta är finsk fingerört och tvåspetsad fingerört som finns i Stockholm. Ruderatmarker har varit en inspirationskälla till bruna tak vilket är gröna tak designad för att återskapa ruderatmarkers habitat på taken och på så sätt gynna biodiversitet (Ishimatsu & Ito, 2013).

Exempel på hot mot dessa tätortsbiotoper kan vara bebyggelse och uppdelning av grönområden, och att skötsel börjas på platsen eller upprätthållas för ofta. Om skötselnivån är mycket hög och träd fälls och ogräs rensas kan förutsättningarna för

biologisk mångfald i dessa biotoper minskar. Då grönområden minskar i städer har man börjat använda sig av taktor och etablerad gröna tak. Gröna tak kan erbjuda habitat för flora och fauna i urbana områden och har förmåga att gynna biodiversitet(Kadas, 2010).

Biodiversitetskonventionen (CBD) är en FN styrd traktat signerad 1992 av 168 länder, bland annat Sverige (Gaston & Spicer, 2004). CBD är ett av de största globala försöken att tillsammans sätta en plan som erbjuder en användbar struktur för att gynna biodiversitet och sägs internationellt vara ett av de viktigaste stegen mot att bevara och gynna biodiversitet på lång sikt. Traktaten har tre huvudmål. Att bevara biologisk mångfald, ett hållbart nyttjande av dess beståndsdelar och att rättvist fördela fördelar som uppstår vid utnyttjande av genetiska resurser (Convention on Biological Diversity, 2016). Traktaten består av 42 artiklar som handlar om olika aspekter som till exempel, praktiska förpliktelser varje undertecknare samtycker till, vilka riktlinjer som skall följas och på vilka villkor (Gaston & Spicer, 2004).

Gröna tak

Gröna tak är tak som är helt eller delvis täckt med vegetation (Dover, 2015). Gröna tak kan etableras på alla typer av platta och svagt lutande tak från stora byggnader till små skjul. Taken kan vara naturligt koloniserade, eller vara planterad med avsikt.

De första gröna taken kan spåras till Babylons hängande trädgårdar (Dover, 2015). Man har hittat bevis för att både romarna och vikingarna etablerade gröna tak. Romarna planterade träd på taken på institutioner (Magill et al. 2011). I kalla klimat användes torvtak för att hålla på värmen och skydda hus och människor från väder och vind. Torvtäcke på taken var ansedd som ett billigare byggmaterial eftersom torven lades på taken med lag av björkbark, kvist eller strå (Dunnett & Kingsbury, 2004). Torvtakens konstruktion kan påminna om moderna gröna tak, då barken fungerar som ett vattentät membran, kvistlaget som ett dränerande skikt och torven fungerar som isolation mot väder och vind. Sedumväxter planterades också ibland på taken eftersom deras rötter hade en förstärkande effekt på jordlagret. Torv har använts på tak i Norden fram till denna dag dock används det nu mest för sitt estetiska värde.

Tyskland räknas som ursprunget till moderna gröna tak system (Magill et al., 2011). På 1880 talet i Tyskland blev tak täckta med en mycket flambart tjära. För att minska brandrisken blev taken täckta med sand och grus som efter en stund koloniserades med frön som kommit med substratet och från närliggande områden. Det formades till slut en äng på taken. I 1980 var fortfarande 50 av dessa tak intakta och vattentäta. Under andra världskriget användas gröna tak för att täcka över flyghangarer för kamouflage (Dover, 2015). På 1970-talet blev det genomfört en del forskning i först och främst Tyskland och Schweiz på olika komponenter av gröna tak som till

exempel på vattentäta membraner, dränering och lättvikts substrat (Magill et al., 2011). Merparten av forskning på gröna tak är gjorda på extensiva tak (Dunnett & Kingsbury, 2004). På 80-talet växte marknaden för gröna tak snabbt och i 1989 var 1 million kvadratmeter gröna tak byggda i Tyskland. I 1977 blev det i Tyskland startad en forskningsgrupp för gröna tak inom FLL, förkortning för Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (Dunnett & Kingsbury, 2004). Det blev utvecklad riktlinje för design, specifikationer och skötsel. Dessa riktlinjer går också under namnet FLL och riktlinjerna är översatt till flera språk och används över hela Europa (Magill et al. 2011).

Moderna Gröna tak har etablerats i Sverige i ca 20 år (Emilsson, 2008). Scandinavian green roof institute grundades 2001 och är ett kompetenscenter för gröna tak och väggar (Scandinavian Green Roof Institute, 2016). Institutets mål är att öka användningen och intressen för gröna tak i Skandinavien (EFB, 2016). Detta genom att tillhandahålla bevis för gröna taks positiva egenskaper för urban ekologi. Institutet jobbar för att skaffa bakgrundsmaterial för lagstiftning, byggnadstandard, instruktioner och statsbidrag. Detta genom bland annat att initiera, förvalta, bedriva och koordinera forskningsprojekt, bygga upp ett international nätverk och hitta och sprida information om utvecklingen inom området i andra länder.

Bruna tak är en relativt ny gröna tak typ (Ishimatsu & Ito, 2013). Begreppet blev introducerat kring 1990 talet för att marknadsföra användningen av gröna tak designade för att efterlikna ruderatmark (Kadas, 2010). Konceptet härstammar från Schweiz där det blev etablerad gröna tak för att gynna ryggradslösa djur. Det var på denna tid ett växande intresse för ruderatmarker och dess betydelse för biodiversitet. I staden Basel i Schweiz är det lagstiftat att alla platta tak på nya byggnader skall vara gröna tak (Brenneisen, 2006). Gröna tak industrin i Europa är ganska etablerad och har utvecklad många stabila, pålitliga produkter och system som är i användning. Tyskland, Schweiz och Österrike räknas som några av de största och främsta länderna inom gröna tak industrin (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Gröna tak delas i regel upp i Extensiva tak, intensiva tak och semi-intensiva tak. Extensiva tak består av ett tunt substratlager och kräver lite bevattnings och skötsel efter etablering (Dunnett & Kingsbury, 2004). Vanligtvis är extensiva tak billigare att etablera. Taken består oftast av ett lättviktssubstrat med relativt grunt lager av medium, ofta mellan 2-15 cm. De innehåller för det mesta torktåliga växter och ett begränsat antal gräs och örtartade växter (New, 2015). Det är generellt ett ganska begränsat antal växter som används på extensiva tak (Ishimatsu & Ito, 2013). Dessa tak kan vara tuffa förhållanden för växter. Det kan vara hårda vindförhållanden, stora temperaturväxlingar, lite tillgängligt vatten och stark sol. Extensiva tak är inte till för mänsklig användning utan de kräver så lite mänsklig aktivitet som möjligt (New, 2015). Det innebär också så lite skötsel som möjligt (Dunnett & Kingsbury, 2004). Växterna sköts som en massa och inte individuellt.



Figur 1. Extensivt tak

Foto: Turi Knudsen

Intensiva tak består av ett djupare lager medium och ett större antal varierade växtarter. Substratdjupet är i regel minst 15 cm (Dunnett & Kingsbury, 2004). Taket är mycket tyngre än extensiva tak och i regel dyrare att etablera. Intensiva tak har ofta tyngre växter samt buskar och träd (Köhler, 2006). Taken har i regel ett djupare lager substrat och är mer arbetsintensiva att etablera och kräver mer skötsel än extensiva tak. Växterna sköts individuellt som i en vanlig trädgård. Intensiva tak har en lite annan funktion än extensiva tak, och kan ha lita av den samma funktionen som konventionella trädgårdar (Dunnett & Kingsbury, 2004). Intensiva tak kan både vara konstruerade för att besökas av människor eller endast för att synas på avstånd.

Semi-intensiva tak definieras som tak med en rimlig mängd substrat för att hålla tillräcklig vattenmängd för att olika växter och andra organismer skall trivas på taket (Dover, 2015). Låga buskväxter är vanligtvis gränsen för hur stora växter som finns på dessa tak.

Gröna taks konstruktion består av flera olika lager som kan variera mycket efter vilken typ av tak som läggs, vilken funktion det skall fylla, och vilken lutning som finns på taket. Ett vanligt grönt tak består i regel av en rotskyddsmatta i botten, ett vattenhållande och ett dränerande skikt som ofta består av en perforerad hårdplast för att ge luft till rotzonen. Lagren håller både vatten och låter överflödigt vatten rinna av (Dover, 2015). Över detta kan det finnas en filtermatta för att hindra mindre material att täta till dräneringen, och ett nät som fungerar som säkerhet för skötselarbetare på taket. Över detta kommer substrat och därefter eventuell vegetation eller vegetationsmatta.

Det finns olika sätt att etablera växtlighet på gröna tak. Direktsådd, plantering av sticklingar, plugg och krukplantor, och mattbaserade system (Sutton, 2015). Mattbaserade system är i regel dyrast att etablera, men också det som ger en

omedelbar effekt och det tak som koloniserar snabbast eftersom det snabbt etablerar sig (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Gröna tak har många olika fördelar och funktioner (New, T. 2015). Gröna tak fångar upp, avdunstar och fördröjer regnvatten och kan hindra eller minska risken för översvämningar. Substrat och växtlager på taken håller också en del vatten. Detta gör att vattenflödet fördröjs och risken för översvämningar minskar samtidigt som man minskar belastning på dagvattenssystemet (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Taken kan bidra till minskat buller i städerna och fungera som en dämpare till ljud då det hindrar att den studsar mellan byggnader (Dover, 2015). Gröna tak hjälper till att minska effekten av urbana värmeöar genom att växterna isolerar byggnaden för solstrålning och värme (Dover, 2015). Taken kan ha en tempreaturisolerande effekt och hålla temperaturen nere, vilket gör att ventilationskostnader kan hållas nere (Dunnett & Kingsbury, 2004). Det är därför viktigt att det forskas mer på gröna taks energieffektivitet.

Gröna tak sägs kunna reducera luftförorening i städer och reducera koldioxid nivån i atmosfären. Vegetationen kan filtrera ut finare partiklar i luften, vilket därefter lägger sig på växtens yta som sköljs av genom regnvatten (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Det finns lite forskning på hur gröna tak direkt påverkar detta. Den mesta forskningen som denna påstående är baserad på är gjord utgår från en annan typ av vegetation och är därför lite osäker. Det behöver också troligtvis vara hög densitet av gröna tak i ett område om det skall ha en märkbar effekt på luftförorening.

Gröna tak kan förlänga takets livslängd (Kadas, 2010). Genom att skydda membranet från solen, och genom avdunstning kan temperaturen hållas stabil utan stora fluktueringar vilket hindrar nedbrytning av material (Dunnett & Kingsbury, 2004). Växtligheten skyddar också taken från mekanisk erosion (till ex från hagel) (Dover, 2015). På så sätt minskas kostnaderna för byggets ägare. Ett exempel i London är taket på varuhuset Derry & Toms som blev installerad år 1938. Ett normalt takmembran från denna tidsperiod hade en förväntad livslängd på 10-15 år. 50 år efter etablering när taket skulle renoveras kontrollerades takmembranet, och det konstaterades att det fortfarande var i utmärkt skick. Detta tyder på att om taket är nogga konstruerat kan gröna tak bevara i stället för att skada takmembranet. De erbjuder också estetiska värden och kan verka terapeutisk för människor. Dessa tak anses vara mer tilltalande för ögat än vanliga tak.

En annan effekt gröna tak kan ha är det förmåga att påverka biodiversitet (Dover, 2015). Gröna tak kan bidra med habitat för djur, insekter och växter. Försök har visats att gröna tak både förser habitat och ökar märkbart populationer av ryggradslösa djur i jämförelse med vanliga gråa tak (Kadas, 2010). Gröna tak är en viktig resurs för biodiversitet i urbana miljöer eftersom de ofta är de enda tillgängliga områdena kvar i städerna.

Gröna tak kan begränsas av ekonomiska och ekologiska faktorer (Magill et al. 2011). Taken kan vara en mycket torrt miljö och tillgång på vatten är liten. Därför är det viktigt att fokusera på en torktålig design. Gröna tak är drabbad av mer extrema förhållanden än markhabitat, och det ställs högre krav på vegetationen under mer extrema förhållanden (Madre et al., 2013). Växter och djur på gröna tak är mer utsatta för vattenstress, extrem torka och högre vind, ljus och temperaturintensitet.

Om gröna tak inte designas, etableras eller sköts riktigt kan de misslyckas (Magill et al. 2011). Överbelastning på takkonstruktionen kan göra att taket kollapsar, rötter kan penetrera takmembranet och orsaka skador, nedbrytning av bevattningsslangar, och tilltätning av dränering kan orsaka vattenskador. Substratvikt och totala vikt på taket, typ av substrat och miljön på taket är viktigt för vilka följder det kommer ha på flora och fauna. Massdöd av växter och invasion av ogräs kan störa den planerade växtligheten på taket och skapa extra kostnader för skötsel och ersättning av växter.

Rädsla för vattenläckage genom att rötter genomtränger membranen, substratets vikt samt försiktighet när det gäller att prova ny teknologi är vanliga grunder för att vissa är motvillig till att installera gröna tak (Dunnett & Kingsbury, 2004). Vattenläckage är dock ett större problem på konventionella platta tak eftersom på gröna tak hålls en större del av vattnet i substrat och växtlagret. Också skötsel av konventionella tak kan vara en källa för skada på konventionella tak då skador kan uppstå vid att man stiger på taken. På gröna tak fungerar substrat och vegetation som ett skyddande lager på taket.

I olika länder är det olika motivationer som driver etablering av gröna tak (Dunnett & Kingsbury, 2004). I Norge har det främst varit nostalgiska grunder som driver etablering av gröna tak eftersom det anses vara en del av de nationella kulturarvet. I Tyskland har drivkrafter först och främst varit miljöbetingade. Dagvattenhantering har varit en aspekt och det har varit ett sätt att milda konsekvensen av förlorade habitat eller landskapstyper som ett resultat av utbyggnad. I Nordamerika har ekonomi varit en viktig motivation. Gröna tak har etablerats som ett mer kostnadseffektivt sätt att möta miljöproblem i städer. I Storbritannien har gröna tak setts på som ett importerat och lite främmande koncept. Motivationer kan också variera mer lokalt efter olika användningar och krav för gröna tak som dagvattenhantering eller minskning av urban temperatur.

Studier utförda av Kadas (2006) har tytt på att gröna tak kan vara en mycket viktig resurs i att gynna och bevara biodiversitet generellt samt att skapa livsmiljö för utrotningshotade och sällsynta arter i urbana miljöer. Enligt hennes studier kan gröna tak stödja en stor del av nationellt sällsynta eller hotade ryggradslösa djur. I hennes studier hittades ca 10 % av Storbritanniens sällsynta och hotade ryggradslösa djur på gröna tak som undersöktes. Gröna taks har tre huvudfunktioner med tanke på biodiversitet (Kadas, 2006). De kan skapa nya habitat i områden där livsmiljö saknas.

De kan fungera som gröna korridorer mellan andra habitat och livsmiljö. De kan fungera som reservat för hotade och sällsynta arter.

Ett av världens äldsta gröna tak ligger i Zürich i Schweiz och är en 3 ha stor äng som har ca 175 arter varav 9 utrotningshotade orkidéarter (Brenneisen, 2006). Detta är ytterligare ett exempel på att gröna tak spelar en viktig roll i bevarande av arter som tappat sitt markhabitat.

Enligt Shimatsu & Ito (2013) har både extensiva tak och intensiva tak problem när det gäller gynnad biodiversitet. Det finns inte en tillräcklig stor mängd av intensiva gröna tak eftersom de ställer extra höga krav till byggnadens konstruktion. Endast en mindre mängd byggnader har potential att etablera denna typ av tak. Extensiva tak har problem med att erbjuda tillräckligt hög kvalitet på gröna områden eftersom det ofta är en begränsad mängd växter som kan trivas på taken gör det att potential för att gynna biodiversitet är begränsad (Shimatsu & Ito, 2013). Det tunna substratlagret är en grund för många gröna taks brist på biodiversitet (Brenneisen, 2006).

Intensiva tak kan försörja en mer invecklad biodiversitet än bruna tak då de erbjuder värdefulla tillflyktsorter för djur och insekter, samt att det i regel är bättre förbindelser mellan dessa. Detta bland annat på grund av att större tillgång till vatten tillsammans med vegetation tillför en större biodiversitet. Dock är ekonomi ett problem eftersom det är mycket dyrt att etablera intensiva tak samt att endast få byggningar klarar av vikten av dem (Shimatsu & Ito, 2013).

Sedum tak

Sedumtak är extensiva tak. Det är en mycket vanlig typ av gröna tak eftersom de är relativt lätta att installera och sköta. Sedumtak består oftast av en förodlad "matta" som placeras på taken med ett tunt lager substrat under (Kadas, 2010).

Extensiva sedummatt tak har en begränsad påverkan på biodiversitet i jämförelse med andra typer tak (Dunnett & Kingsbury, 2004). Man använder sig av sedumplantor på tak eftersom de är torktåliga och tåler vind och frost (Kadas, 2010). Sedumtak har visat sig ha en mer riklig mängd, men mindre divers etablering av ryggradslösa djur (Kadas, 2010). På sedumtak är antalet ryggradslösa djur ofta högt från början. Om detta antal håller sig uppe, minskar eller ökar kommer variera efter takets design med substratdjup och typ av substrat.

På sedumtak med ett tunt lager av substrat tenderar antalet etablerade kolonier ryggradslösa djur att minska. Mätningar av diversitet av ryggradslösa har visat sig vara hög också på sedumtak (Kadas, 2006). Dock kan sedumtak endast kunna erbjuda tillräckligt med pollen och nektar i begränsade perioder under blomning. Sedumtak kan erbjuda tillräckligt av nektar för ryggradslösa djur i blomningsperioden som är ca 3-4 veckor, men inte tillräckligt i andra perioder (Kadas, 2010).



Figur 2. Sedumtak

Foto:Turi Knudsen

Biodiversitetstak

Biodiversa tak är specifikt designade för att gynna biodiversitet (Dover, 2015). Biodiversa tak är ofta designad för att efterlikna ett naturligt markhabitat för att skapa ett eftertraktat habitat för flora och fauna. Det finns olika anledningar till att skapa biodiversa tak. Ofta är målet att gynna och upprätthålla biodiversitet i ett område, i ett förebyggande syfte. Det kan också vara att man vill försöka öka effekten av egenskaper som gröna tak har, till exempel minskad risk för översvämning vid lagring och upptag av vatten och nerkylning av tak eftersom vegetationen skyddar taket mot uv strålning (Dunnett & Kingsbury, 2004). Forskning har visat att mindre biodiversa kolonier har en mindre förmåga att hålla temperaturen nere. Det kan tyda på att mer biodiversa växtsamhälle på tak kan ha en bättre förmåga att skydda takmembranet och öka dess livslängd.

Biodiversa tak kan fungera som habitat för fåglar insekter och andra djur (Madre et al., 2013). Rygggradslösa djur har en mer stabil kolonisering på biodiversa tak än på andra gröna eller vanliga gråa tak (Kadas, 2010). En del av ryddradslösa djur som man hittar på gröna tak har anlänt dit med färdiga mattor under etablering av taket. Dock har försök visat att rygggradslösa djur också koloniserar gröna tak efter etablering. Kolonisering av rygggradslösa djur tar i regel längre tid på biodiversa tak än på gröna/sedum tak. Försök har visat att välldesignade gröna tak kan fungera som en ersättningslivsmiljö för sällsynta och utrotningshotade arter som har tappat eller fått sitt habitat förstört som ett resultat av förändrad markanvändning (Brenneisen, 2006).



Figur 3. Biotoptak

Foto: Turi Knudsen

I Storbritannien har studier av gröna/sedum tak och bruna/biodiversa tak visat att i genomsnitt 20 % av spindlarna och 15 % av skalbaggar på taken är av nationell eller lokal betydelse (Kadas, 2010). Detta är viktigt eftersom det tyder på att inte endast allmänt utbredda arter utan mer sällsynta arter befinner sig på taken. Försöken visade också att på både gröna/sedum tak och bruna/biodiversa tak i försöket fanns ca 10 % av Storbritanniens spindel fauna på taken som undersöktes.

Ett av världens äldsta gröna tak ligger i Zürich i Schweiz och är en 3 ha stor äng som har ca 175 arter varav 9 utrotningshotade orkidéarter (Brenneisen, 2006).

Det finns begränsningar för däggdjur att etablera sig på gröna tak, men det är observerat att både räv och katter på gröna tak (Kadas, 2010)

Biodiversa tak erbjuder till skillnad från vanliga gråa tak både habitat och föda. Det är viktigt veta att biodiversa tak inte kan ersätta naturliga habitat, men kan användas som ett komplement eller en förbättring av biodiversitet i städer.

Gröna tak har inte potential för att gynna alla typer av insekter, djur och växter. Vissa spindelarter har svårt för att nå och trivas på takhabitat efter som några spindlar har svårt att sprida sig över större områden och andra insekter kan vara känslig för värme och har inte möjlighet att gå djupare ner i det tunna substratet, och kommer därmed inte klara sig på varma dagar (New, 2015, Brenneisen, 2006). Inte alla växtarter har möjlighet att trivas i takens tuffa klimat och typer av substrat som används. Storleken på habitatet kan också vara en nackdel för vissa arter att etablera sig där.

Biodiversa tak har visat sig ha en mycket sakta kolonisering i början, men ökar med takens ålder (Kadas, 2010). Biodiversa också fungera som en grön korridor mellan andra existerande habitat (Kadas, 2010).

Biotoptak

Biotoptak är ett samlingsbegrepp för gröna tak som är designad för att återskapa olika naturliga eller när naturliga biotoper eller habitat. Biotoptak är ofta designat efter principer som har som mål att gynna biodiversitet (Vegtech, 2016). Taken kan bestå av en sammansättning av olika växter som sedumväxter och örtartiga växter. På taken placeras också ofta andra element som kan gynna diversiteten som stenrösar död ved, insektshotell och liknande. Exempel på biotoper som används till inspiration för denna typ av gröna tak är ängsmiljö, strandmiljö och torrhet. Biotoptaken kan också bidra till funktioner som andra gröna tak har som minskad avrinning och risk för översvämningar.

Bruna tak

Bruna tak är en relativt ny gröna tak typ (Ishimatsu & Ito, 2013). Begreppet blev introducerat kring 1990 talet för att främja användningen av gröna tak designade att efterlikna ruderatmark. Brunna tak benämns i litteraturen som både semi-intensiva och extensiva taksystem (Kadas, 2010, Dover, 2015). Brunna tak är substratbaserade tak utan sedummattsystem (Kadas, 2010).

Bruna tak har många av de fördelar som vanliga gröna tak har (Dunnett & Kingsbury, 2004). Skillnaden är att bruna tak är specifikt designade för att efterlikna marknivåns biologiska förhållanden och biodiversitet.

Begreppet bruna tak kommer från det engelska begreppet Brownroofs. Namnet kommer från att man på taken försöker kopiera karaktistikerna från ruderatmark och placera dem på taken (Ishimatsu & Ito, 2013). På bruna tak försöker man skapa habitat med stort mångfald under svåra förhållanden och med ett tunt lager av substrat (Ishimatsu & Ito, 2013). Brunna tak består i regel av ett vatten skyddande lager, ett dräneringslager, fleece och därefter substratlager (Kadas, 2010).

Det är bland annat den långsamma etableringen som gör att ruderatmark har en stor artrikedom (Kadas, 2010). Dock minskar den processen på ruderatmarker eftersom buskväxter och vedartade växter efter ett tag etablerar sig och "tar över". På biodiversta tak kan man efterlikna habitatet och få samma effekt utan de negativa följderna av att buskar och vedartade växter etablerar sig (Kadas, 2010). Försök har visats att tak med specifikt designade habitat (biodiversta tak) kan erbjuda lika bra habitat och inneha lika många arter som habitat på marken (Kadas, 2010). Detta gäller endast om det finns tillräckligt diversitet inom strukturer i takets substrat. Brunna tak kan lämnas för att naturligt koloniserar (Dunnett & Kingsbury, 2004). På detta sätt är växterna som etablerar sig på taket anpassad lokalt klimat och klimatet på taket. Detta är det billigaste sättet att etablera växtlighet på gröna tak. Taken kan också direktsås med en frömix av lokalt ursprung. På detta sätt kan man ha en viss kontroll över vilka växter som etablerar sig (Dover, 2015).

Spontant koloniserade tak anses generellt inte inneha de samma estetiska värden som andra gröna tak eftersom det ofta är växter som anses som ogräs som etablerar sig.

När bruna tak etablerats placeras ofta substrat från ursprungsplatsen på taket och sen får det koloniserats på naturligt. Substratet innehar ofta naturlig frö bank om det har legat på marknivå (Dover, 2015). Ett problem med bruna tak kan enligt Nilsson (2016) vara att man inte har tillräckligt kontroll på vilka växter som etablerats och taken kan koloniserats av icke önskvärda växter. De återanvända substraten som ofta används är inte optimala för gröna tak eftersom de ofta väger mycket mer än en specialtillverkad jord.

Eftersom bruna tak är ett nyare koncept, finns det fortfarande lite information om dess förmåga att gynna flora och fauna. Det behövs göras flera och långvariga studier för att ta reda på hur taken utvecklar sig över tid i och vilka följder det har på biodiversitet (Ishimatsu & Ito, 2013). Det är rapporterat att markhäckande fåglar har använt sig av bruna tak för att häcka (Lorimer, 2008).

Bedömning av biodiversitet på gröna tak

Enligt Hui och Chan (2011) är gröna tak ansedd som ett viktigt element för hållbar design vid bedömning av gröna byggnader. Dock har det tidigare inte funnits tydliga riktlinjer på hur man kan bedöma gröna taks förmåga att påverka biodiversitet. Hui och Chan (2011) har sammanfattat sex viktiga faktorer som kan användas för att bedöma gröna tak och dess förmåga att gynna och öka biodiversitet. Ett poängsystem har också skapats för att rangordna gröna tak efter dess förmåga att gynna biodiversitet. Poängsystemet är ordnat så att högre resultat av poängsumma tyder på att det har bättre förmåga att påverka biodiversitet. Poängsumman ligger mellan 4-15 där 4-7 är ok, 8-10 bra och 11-14 utmärkt. För varje faktor finns det enklare beskrivna kriterier ska uppfyllas för att ge poängsumman.

Tabell 1. Poängsystem för bedömning av gröna taks förmåga att påverka biodiversitet. Tabellen är en bearbetning av tabellen från Hui och Chan (2011) artikel.

1	Artdiversitet och rikedom	Extensiva gröna tak: 1 Intensiva gröna tak: 2 Bruna/biodiversa tak: 3
2	Substrattyp, substratdjup och sammansättning	Extensiva (150 mm eller mindre): 1 Semi-intensiva (mer eller mindre än 150 mm): 2 Intensiva (mer än 150 mm): 3
3	Växtarter (inhemska eller icke- inhemska)	Icke-inhemska: 1 Inhemska: 2 Båda: 3
4	Förbindelse till existerande urban vegetation (habitat förbindelse)	Ja: 1 Nej: 0
5	Proportion av gröna tak på byggnadstomt	1:1: 1 poäng 2:1: 2 poäng 3:1: 3 poäng
6	Hållbar utveckling och etablering	Program för att främja medvetenhet, upplärning och rätt skötsel av taken. Ja: 1 Nej: 0

Artdiversitet och rikedom

Målet för växtligheten på gröna tak är att det skall finnas etablerad växtlighet året om (Kadas, 2010). På så vis finns det möjlighet till mat och habitat hela året om. På tak där man önskar en stor diversitet inom insekter och djur är det viktigt att man kan erbjuda ett stort omfång av vilda blommor med en a pollen och nektar i en så lång period som möjligt. stor tidsspann på blomnings tidpunkt (Kadas, 2006). Detta för att kunna erbjud. Ett sedumtak räknas som ett relativt artfattigt tak och erbjuder endast pollen och nektar under en mycket kort period, då blomningstiden varar i 3-4 veckor. Ett tak med stor variation i örtartade växter kan blomningsperioden vara 3-4 månader i jämförelse. Ett mål är att ha en konstant vegetation på taket under hela året med stjälar, frukt, frön och blommor för att kunna erbjuda föda under en så lång period som möjligt.

Etableras olika typer av växter som olika gräs och örter som producerar mycket frön kan detta gynna insekter fåglar och andra djur eftersom det sörjer för att det finns tillräckligt med mat på plats (Hui & Chan, 2011). Diversitet inom växtarter är viktigt eftersom det i stor grad påverkar vilken fauna som etablerar sig på taken. Om diversitet minskar inom växter kommer också diversiteten inom insekter minska (Florgård et al. 1994). Variation och mångformighet i markförhållanden, vattenförhållanden och ålder ger större variation inom flora och fauna. Invasiva och aggressiva växtarter är inte önskvärda på biodiversa tak (Kadas, 2010).

Mikroklimat, placering av taket samt väderstreck är faktorer som påverkar diversitet av växtarter på gröna tak (Kadas 2010).

Andra habitat i närheten är viktigt eftersom det kan påverka vilka växter som etablerar sig på taken genom bland annat spridning via vind och djur.

Takets ålder är viktig eftersom den påverkar biodiversiteten och mängden arter som hinner etablera sig (Grant, 2006). Diversitet inom växtarter gör också att vegetationen inte är lika sårbar och sjukdomar eller andra växtskadegörare skulle skada en växtart (Sutton, 2015).

Vilka växter man placerar på taken bör anpassas efter vilken funktion man vill ha på taken. Önskar man att gynna en viss fågelart bör habitatet med växtval vara anpassad efter naturliga habitat för arten. Detta gäller också andra djur, växter och insekter. I Hui & Chans (2011) system är faktorerna delad in i extensiva, intensiva och bruna biodiversa tak, där extensiva tak ger lägsta poängsumma och bruna/biodiversa tak högsta. Detta syftar på att extensiva tak ofta har en lägre diversitet inom växtarter då det vanligtvis är sedumväxter som täcker extensiva tak och bruna/biodiversa ofta är designade för att inneha en större diversitet inom växtligheten.

Växtarter (inhemska eller icke- inhemska)

Inhemska växter är redan anpassade efter lokala klimat och förutsättningar (Hui & Chan, 2011). Flora och fauna koloniserar taken baserat på habitatets förmåga att likna deras naturliga habitat. Växtvalet är viktigt för att avgöra om påverkan på biodiversiteten är lyckad. Använder man sig av icke-inhemska växter bör de vara icke-invasiva, eftersom de annars kan ta över och minska diversitet inom växtmaterial och därigenom den totala biodiversiteten på taken (Hui & Chan, 2011). Andra habitat i närheten är viktigt eftersom detta kan påverka vilka växter som etablerar sig på taken. (Kadas, 2010).

Använder man sig av substratrester från platsen eller intilliggande ser man till att en del frön och andra lokala element som kommer gynna den lokala flora och fauna kommer finnas på taken (Kadas, 2010). Detta kommer gynna kolonisering och biodiversitet. Designar man efter den lokala biotans önskar kommer man gynna lokal flora och fauna. Placeras substraten i närheten av byggplats innan det placeras på tak finns det möjlighet att växt och djurarter kan kolonisera substratet (Hui & Chan, 2011).

I Hui och Chans (2011) system är växtarterna ursprung fördelat i kategorierna exotisk eller icke-inhemska, inhemska, och båda. Där icke-inhemska växter ger lägsta påverkan på biodiversiteten på taken och en mix av både inhemska lokala växter och icke-inhemska växter är det som ger bäst resultat på biodiversitet på taken.

Substrattyp, substratdjup och sammansättning

En av de viktigaste faktorerna för gynnad biodiversitet är substraten och dess egenskaper (Kadas, 2010). Partikelstorlek, typ av substrat samt substratdjup har stor påverkan på takets potential som habitat.



Figur 4. Mix av substrat på grönt tak

Foto:Turi Knudsen

Strukturer i substratet har visat sig att påverka mängden ryggradslösa djur på taken (Kadas, 2010). Krossad tegelsten i tillräckligt djup kan minska att sedumtak torkar ut och kommer påverka takets livslängd och biodiversitet eftersom vatten påverkar mängden liv på taken.

Varierad substratdjup på olika platser på taken är en fördel (Kadas, 2010). Försök har visat att substratdjup och variation av substrat påverkar mängden koloniseringspotential. Substratdjupet och en varierad topografi på taken kan se till att en varierad flora kan trivas på taken, högre vegetation kan växa och kallare ställen i substratet som kan gynna både flora och fauna. Ett djupare substrat betyder att en större variation av växter kan trivas på taken, ett tunnare substrat minskar utbudet av växtarter (Sutton, 2015). Gröna tak system med stor variation inom substratdjup och olika vegetationstyper har en tendens å ha större diversitet av spindlar, skalbaggar och fåglar (Hui & Chan, 2011)

Andra faktorer som är viktigt under designprocessen är substratets vikt och totala vikt på taket, miljön på taket och vilka följder det har på flora och fauna (Magill et al. 2011). Substrat speciellt designade för gröna tak har fördelar inom vikt, dränering och effektiv installering, men är inte optimala när det gäller biodiversitet då det inte har samma vattenhållande kapacitet och variation i storlekar (Brenneisen, 2006). Vissa arter trivs inte i substraten som används på taken och kommer inte vistas där, eller klarar inte av klimatet på taken som kan vara tufft (Brenneisen, 2006).

En mix av olika substrat kan vara fördelaktig (Kadas, 2010). Variation i struktur möter kraven för habitat för olika flora och fauna vilket ger en positiv påverkan på den totala diversiteten på taken. Detta kan uppnås genom att ha olika substrat med olika partikelstorlek. Variation på substrat och växtlager på taken håller också en del vatten (Dunnett & Kingsbury, 2004). Vattenkvalitén kan förbättras genom att vattnet filtreras genom substratet (New, T. 2015). Bättre vattenkvalité och vattenhållande förmåga i substratet gör att växter har bättre förutsättningar för att etablera sig och överleva på taken. Variation och mångformighet i markförhållanden, vattenförhållanden och ålder på taken kan ge större variation inom flora och fauna (Florgård et al. 1994). Variationen inom substrat, storlek och djup skapar olika typer av livsbetingelser som passar för olika arter.(Kadas, 2010).

Faktorer som pH värde och mängden organiska ämnen i substratet är också avgörande för kolonisering av flora och fauna, samt vilka arter som etablerar sig (Hui & Chan, 2011). Näringsinnehåll påverkar vilka arter som etablerar sig (Kadas, 2010). Ett lågt näringsinnehåll i substratet minskar risken för att lättetablerade näringskrävande växter som till exempel dominerande ogräs tar över. Ett väl-dränerat substrat med lågt näringsinnehåll kan ha positiv påverkan på biodiversitet eftersom det ger en sakta kolonisering. Ett näringsfattigt substrat kommer gynna utvecklingen av en varierad växtlighet som igen kommer gynna diversiteten av fauna eftersom växtligheten används som habitat och föda för insekter och djur (Kadas, 2010).

Vid användning av naturliga, lokala substrat kan biodiversitet gynnas genom att substratet redan innehåller lokal flora och fauna (Kadas, 2010). På detta sätt kan man också gynna lokala arter som redan har anpassat sig till detta habitat. Vid etablering av gröna tak på byggnader placerad på tidigare ruderatmark eller andra värdefulla platser för biodiversitet, kan det vara en fördel att spara på substratet som finns tillgänglig på platsen och använda detta på taket (Brenneisen, 2006). Det översta jordlagret/substratet på plats bör sparas och varsamt tas bort innan bygget börjar. Det bör lagras på lämpligt sätt under byggperioden så att en del av vegetationen, fröbanken och markorganismer bevaras. Mikrohabitat på taken kan varieras genom att ta sten, sand och andra typer av substrat från platsen eller närliggande områden. God planering och en noggrann strategi för etablering av taken kommer föra till mindre behov för skötsel och tillsyn, och en större chans för ett hållbart tak under en lång tid.

Ett problem med att återanvända substrat från plats och placera på taken kan enligt (Nilsson, 2016) vara att man inte har kontroll med vilka växter som etablerats på taken och de kan då koloniserar av icke önskvärda växter. De återanvända substraten som ofta används är inte nödvändigtvis optimala för gröna tak eftersom de ofta väger mycket mer än en special tillverkad jord. Försök har visat att tak med specifikt designade habitat kan erbjuda lika bra habitat och inneha lika många arter som

habitat på marknivå (Kadas, 2010). Detta gäller endast om det finns tillräckligt diversitet i struktur i substratet på taken.

Bruna tak innehåller i regel varierade typer av substrat och substratdjup och är designade efter att gynna flora och fauna (Kadas, 2010). Försök har visat att det inte finns ett optimalt substrat för att gynna biodiversitet, utan en variation är att föredra. Innehåll av organiskt material har visats sig endast vara viktigt i grunda substratlager. Om substratlagret är tillräckligt djupt kan det finnas lika mycket diversitet som i ett tunt substrat med mycket organiskt material.



Figur 5. Mix av substratdjup och substrat

Illustration: Turi Knudsen

I Hui och Chans (2011) poängsystem är substratets bedömning indelad i extensiva (150mm eller mindre), semiintensiva (över och under 150mm) och intensiva tak (mer än 150 mm). Där extensiva tak bedöms ha den minsta positiva påverkan och intensiva den mest positiva påverkan på biodiversitet.

Förbindelse till existerande urban vegetation (habitat förbindelse).

Närhet till och existerande gröna områden kan ha en påverkan på kolonisering av gröna tak (Hui & Chan, 2011). Andra habitat i närheten kan ha en stor påverkan på vilka flora och fauna som etablerar sig på taken (Köhler, 2006). Frön kan spridas vid vind eller djur, och djur och insekter kan förflytta sig mellan habitat (Kadas, 2010). Biodiversa tak är rekommenderat att etableras utan gräs (Kadas, 2010). Gräs beräknas naturligt etablera sig på taken från grannhabitat och kommer ta över om de finns med från början. Om det finns en god förbindelse mellan habitaterna har man en bättre förutsättning att motarbeta de negativa följderna som den urbana utbyggnaden har på biodiversitet (Hui & Chan, 2011).

Metapopulationsteorin innebär att arter i ett område är uppdelad i mindre delpopulationer. Individer bör ha möjlighet att migrera mellan dessa för att bibehålla livskraftiga stammar utan risk för inavel och de negativa följderna för sig (Lundgren, 2007). Större sammanhängande naturområden är därför bättre för att bibehålla livskraftiga populationer än mindre avgränsade områden. Detta kan uppnås vid gröna korridorer. En grön korridor kan fungera som en kanal mellan habitat (New, T. 2015). Gröna tak kan eventuellt vara en korridor, men kan också vara habitat som man behöver göra korridorer mellan. Gröna korridorer har olika viktiga funktioner. De viktigaste funktionerna är rörelse och anslutning mellan olika områden, habitat och källa (där arter kan sprida sig från sina populationer). Det optimala målet med att etablera korridorer inom ett område är att korridoren skall innehålla den samma biodiversiteten och funktionen som ett liknande naturligt område inom samma landskap (New, T. 2015).

Hui och Chans (2011) system ger endast poäng till tak där det finns en förbindelse till andra landskap i närheten vilket är en fördel för biodiversitet. Gröna tak kan fungera som en korridor för vila djur och insekter (Kadas, 2010). Vissa insekter och växtarter transporteras med vinden (Kadas, 2010).

Proportion av gröna tak på byggnadstomt

Proportion av grönt tak på byggnadstomt hänvisar till arean av gröna tak jämfört med arean byggnaden tar upp på byggnadstomten (Hui & Chan, 2011). Denna area kallas building footprint (BF) area, och avser arean byggnaden tar upp på byggnadstomten (*LEEDuser- Glossary*, 2016). Parkeringsplatser, garagen, cykelställningar och andra aspekter är inte med i beräkningen av byggnadsarean. Detta betyder att gröna tak har potential att täcka en större yta på byggnadstomten än byggnaden själv. I Hui och Chans (2011) system är kategorierna delad in efter 1:1, 2:1 och 3:1.

1:1 betyder att gröna tak täcker lika mycket yta som byggnaden utgör och 3:1 betyder att gröna tak täcker tre gånger så stor areal som arean av byggnaden.

Denna aspekt bygger på lite av de samma grunder som är beskriven i avsnittet över som handlar om förbindelser mellan områden. Metapopulationsteorin säger att individer bör ha möjlighet att migrera mellan områden för att bibehålla livskraftiga stammar utan risk för inavel och negativa följderna (Lundgren, 2007). Detta kan också gälla på samma byggnadstomt och på samma takyta om den är tillräckligt stor. På ett större tak kan det finnas flera bestånd eller kolonier av samma art vilket också kan bidra till en ökad genetisk variation.

Ett långsiktigt mål när man skapar gröna tak är att minska risker för att skapa genetiska flaskhalsar, utan förbindelser till andra habitat och kolonier (Sutton, 2015). Det kan uppnås genom att skapa en korridor eller att öka ytan på taket så att det finns större chans för flera kolonier på samma tak.

Hållbar utveckling och etablering

Ett exempel på krav inom hållbar utveckling kommer från World Commission on Economic Development, också känt som Bruntlandrapporten (Sutton, 2015). Denna säger ”En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov” (Andrews & Granath, 2016). Hållbar etablering av gröna tak innebär planer för att främja medvetenhet, upplärning och lämpliga skötselåtgärder för taken (Hui & Chan, 2011.) Gröna tak innehar i sig själv en del positiva egenskaper som kan bidra till hållbar utveckling i en bredare aspekt. Några av dessa nämns i avsnittet om gröna tak och kommer inte förklaras närmare här.

Återanvändning av substrat från den ursprungliga byggnadstomten eller lokala områden kan bidra till en hållbar etablering av gröna tak (Kadas, 2010). På detta sätt kan man spara pengar, nytta av fördelar med att få med både flora och fauna i substratet som kan gynna en snabbare och mer lyckad etablering samtidigt som substratet är hållbart ur en miljösynpunkt.

I Basel i Schweiz finns det riktlinjer för att gynna en hållbar utveckling. På tak över 500 kvadratmeter måste substratet som används bestå av naturligt substrat från omkringliggande områden och av varierad djup för att vara anpassad lokal flora och fauna (Brenneisen, 2006).

För mycket skötselarbete på taken som ogräsrensning kan vara oönskad eftersom detta kommer ta bort vegetation som kan erbjuda mat till djur och insekter som stjälgar, frön blommor och liknande, samtidigt som det är ett störande element (Kadas, 2010). Vissa skötselåtgärder är dock önskad som till exempel borttagning av invasiva arter som tar över och klippning av vegetation för att upprätthålla partier av bar mark.

Skötselåtgärder som klippning av gräs, rensning av oönskade växter och eventuell bevattning bör specificeras i en skötselplan och anpassas till det specifika takets behov (FLL, 2002). Skötselarbete på konstruktion och vegetation bör samköras för att minska mängden störande faktorer för flora och fauna. Det gäller både störande faktorer som att man går på vegetation samt att till exempel störa häckande fåglar.

Hållbar etablering kan också innebära att det finns plats för förnybar energi i form av solceller på taken (Sutton, 2015). Solceller kan också bidra med skuggpartier som kan gynna arter på taken. Etablering av gröna tak utan bevattningssystem kan vara ett led i att ha en hållbar etablering på taken eftersom övervattning och spill av vatten inte går samman med en hållbar utveckling.

En hållbar utveckling kan också innebära en noggrann planering och design fas för att optimera etablering (Sutton, 2015). En planering som inkluderar ägare, ingenjör, arkitekt och landskapsarkitekt gör att så många möjliga aspekter och områden av

byggnadsprocessen täcks och en noga design framarbetas. Det gäller också att planera detaljer som växt val och substratval efter lokala parametrar som klimat, naturområden och takets position. Andra viktiga faktorer är att avgöra om taket skall vara tillgängligt, för vem, och vilka funktioner taket planeras inneha.

Hållbar etablering innebär noga etablering av taket och en skötselstrategi för att minska risken för vattenläckage och andra problem som kan uppstå med takets konstruktion (Sutton, 2015). Skötselaspekt för växtlighet och konstruktion bör upparbetas.

Diskussion

Biodiversitet är ett mycket komplex begrepp och består av olika faktorer, aspekter och processer (Aniansson & Larsson, 1990).

Människors syn på naturen går inte nödvändigtvis i hop med biodiversitet.

Människan har en egen syn på hur hen tycker naturen skall se ut och önskar gärna vackra parker och fina städade trädgårdar. Biodiversitet passar inte nödvändigtvis in i denna natursyn. Det behövs en ändring i uppfattning om hur vi traditionellt tycker att grönområden skall se ut och få dessa förväntningar att gå i hop med behovet för att gynna biodiversitet. Stadsbiotoper är väl så viktiga att bevara som andra biotoper eftersom dessa kan vara unika (Florgård et al. 1994). Ruderatmark räknas vara mycket biodivera områden, men räknas inte ha stor estetisk värde (Kadas, 2010). Här finns också en konflikt mellan människans fokus på det "vackra" i grönområden. Skall man gynna biodiversitet kan man inte välja att endast gynna det man själv tycker är snyggt och prydligt, utan man måste också gynna och behålla en del av det som man inte tycker är dekorativ eller som man tycker är negativt.

För hög skötselintensitet kan påverka biodiversitet negativt och borde anpassas mer efter biodiversitets behov än människors behov. För att biodiversiteten skall vara i centrum måste man tolerera "vilda" områden i urbana grönområden.

Bruna tak sägs skapa värdefulla habitat för växter, djur och insekter. Ett problem kan vara att övertala byggare att etablera sådana tak när de inte räknas tillföra den samma estetiska värden som andra gröna tak (Kadas, 2010). Moderna gröna tak är fortfarande ett nyare koncept i Norden. Det kan finnas en oro för att testa "ny teknologi" och vanliga argument mot att etablera gröna tak är bland annat risk för att rötter skall förorsaka vattenläckage i takmembranet (Dunnett & Kingsbury, 2004). Gröna tak har i försök visats kunna förlänga takens livslängd. Det finns alltså fortfarande ett behov av att informera och synliggöra positiva egenskaper för gröna tak, och forskning på ny teknologi för att optimera systemen som finns. Gröna tak-instituten arbetar bland annat med sådana frågor.

Extensiva tak består ett tunt lager av substrat vilket inte är optimalt för en positiv påverkan på biodiversitet (Dunnett & Kingsbury, 2004). Intensiva tak har ett djupare lager med substrat och räknas vara den bästa lösningen för att gynna biodiversitet. Även om intensiva tak har en bättre utgångspunkt för biodiversitet än extensiva tak finns det andra faktorer som gör att dessa tak inte är mer utbredd. Intensiva tak innebär en stor etableringskostnad, har mycket större krav på byggnadens konstruktion och behöver mycket mer skötsel jämfört med andra gröna tak typer (Köhler, 2006). Dessa tak innebär både i etableringsfasen och i längden mycket högre kostnader. Av dessa grunder finns det också begränsning för hur många byggnader man kan etablera gröna tak på då endast få byggnader är konstruerade för att klara av denna belastning.

Biodiversa tak innehar många av de positiva egenskaper som andra gröna tak, till exempel minskad avrinning och minskad effekt av urbana värmeöar, och bidrar till habitat för växter och djur (Dunnett & Kingsbury, 2004). Dock räknas inte biodiversa tak ha samma estetisk värde vilket kan vara en nackdel för att övertala folk att etablera biodiversa tak. Biodiversa tak kan vara vackra och man borde jobba med att förändra och utfordra folks uppfattning av vad som är vackert.

Gröna tak har förmåga att gynna biodiversitet genom att fungera som habitat för flora och fauna (Kadas, 2010). Miljön på taken kräver dock mer av växter som används vilket betyder att en noga planering är viktig för en lyckad etablering. Vissa tak har bättre förutsättningar att gynna och fungera som habitat för en större mängd arter än andra. Detta gäller både olika gröna taktyper och individuella tak. Få arter på ett tak kan ha lika stor värde för biodiversitet som ett tak med mycket flera arter. De få arterna som befinner sig på det ena taket kan ha en stor diversitet i gener och till exempel vara sällsynta eller utrotningshotade arter. Olika typer av gröna tak har olika funktioner och olika arter som gynnas. Alla gröna taktyper kan ha förmåga att påverka biodiversitet. En diversitet också inom olika typer av gröna tak är att föredra för att gynna biodiversitet.

Det finns många viktiga faktorer som påverkar biodiversiteten på gröna tak. Mikroklimat på taken är en viktig faktor för växter och djur kolonisering. Väder, vind och takets placering är faktorer som kan vara avgörande för flora och faunas överlevnad, och takets potential som habitat. Vid planering av gröna tak måste man ha många parametrar i åtanke.

Gröna och biodiversa tak kan utgöra habitat åt stora mängder arter och påverka biodiversitet på ett positivt sätt. Dock bör inte gröna tak användas som ett argument för att bygga på ruderalmark eller gröna områden i urbana miljön eftersom urbana stadsbiotoper också kan vara unika. Används detta som ett argument kan man riskera att unika stadsbiotoper går förlorade. Att bygga på ruderalmark och ersätta dessa grönområden med gröna tak för att fylla samma funktion är en risk då alla aspekter vid ett naturligt habitat inte kan återskapas till 100 % på ett tak (Sutton, 2015). Om

dessas unika stadsbiotoper tas bort för att återskapas på taken finns ingen garanti för att de klarar att etableras på taken. Det finns fortfarande inte tillräckligt bevis på gröna taks långsiktiga påverkan på biodiversitet. Det bör finnas en solid mängd vetenskaplig forskning för att argumentera för att bygga på ruderalmark eller gröna områden i urbana miljön och ersätta dessa habitat med gröna tak. Gröna tak är endast ett sätt att fördröja och minska den negativa processen och är inte vara en lösning för att stanna av eller förhindra negativa påverkan på biodiversitet. Gröna tak har inte förmåga att gynna alla arter då inte alla arter har möjlighet att nå taken, eller inte har förutsättningar för att trivas i de tuffa förhållanden på taken.

Bruna tak har förmåga att fungera som habitat för insekter och djur (Kadas, 2010). Dock finns det en utmaning med att marknadsföra bruna tak kommersiellt för byggnadsprojekt eftersom detta är tak som inte räknas tillföra en stor estetisk värde och heller inte kan/bör besökas. Det kan också vara svårt att övertala andra att vara först med att testa ut nyare teknologi och koncept. Bruna tak är ett nyare koncept och det finns fortfarande potential för optimering, och forskning för att ta reda på takens förmåga och potential att påverka biodiversitet över lång tid. I litteraturen används både begreppen biodiversa tak och bruna tak om samma sak. Begreppet biodiversa tak används också om olika typer av biotop. Det kan i vissa tillfällen vara svårt att avgöra om det är bruna tak eller andra som beskrivas när begreppet biodiversa tak användas i litteraturen.

Bedömningssystemet som gjorts av Hui & Chan (2011) är ett övergripande system med ett poängsystem som är lätt att använda sig av. Poängsystemet kan användas av de flesta och kräver ingen djupare kunskap inom mätning av biodiversitet eller gröna tak. Resultaten ger inget detaljerat svar av biodiversiteten på taken, men fungerar som en indikator på takens förmåga att påverka biodiversitet. Faktorerna som systemet använder sig av är övergripande och kunde vara mer detaljerade.

En av faktorerna fokuserar på betydelsen av att ha Icke inhemska och inhemska växter på taken. Lokala växter kan vara bättre anpassad lokala klimat än icke-inhemska växter. Dock är en mix av båda att föredra enligt Hui & Chan (2011). Det är oklart varför denna faktor är valt som en huvudfaktor eftersom växternas förmåga att vara livskraftiga på takets klimat som torktålig och hårdiga växter, borde vara viktigt oberoende på ursprung. Det finns också risker för att invasiva arter kan ha en negativ inverkan på biodiversitet.

Det är också oklart varför förhållande av gröna tak gentemot byggnadsyta är valt ut som en av de viktigaste faktorerna då det från mitt perspektiv borde vara lika viktigt med mängd gröna arealer inom byggnadstomt, och i omedelbar närhet av takytan, och inte endast andra gröna tak. Detta borde förslagsvis integreras i bedömningen.

Kategorin förbindelse till existerande urban vegetation är oklar. Vad som är tillräckligt förbindelse framgår inte tydligt i litteraturen som använts i detta arbete. Det finns oklara gränser som inte förklaras tillräckligt. I systemet ges det endast poäng till tak där det finns en förbindelse mellan andra gröna områden, dock specificeras det inga krav till dessa förbindelser och ges inga exempel på vad detta innebär.

Att man kan göra en övergripande bedömning av takens förmåga att påverka biodiversitet gör att man kan gå in och göra ändringar på ett existerande tak för att öka takets förmåga att gynna biodiversitet. Innan man har byggt ett grönt tak kan man gå in och titta på design och planer och redan innan etablering göra en bedömning av takets potentiella förmåga att påverka biodiversitet. Resultatet kan användas till att göra en värdering om eventuella ändringar bör göras för att öka förmåga att påverka biodiversitet.

Denna typ av system kan vara till hjälp för olika parter och behövs för att ha en möjlighet att bedöma förmåga att påverka biodiversitet på existerande och kommande gröna tak. Företag som jobbar med etablering av gröna tak kan använda sig av systemet för att utveckla design och etableringsprocesser som kan bidra till en ökad biodiversitet och göra positiva ändringar i redan etablerade produkter och system. En privatperson kan gå in och göra en bedömning av eget tak och implementera eventuella ändringar. En bedömning kan bidra till fortsatt forskning inom området för att fortsätta optimera påverkan på biodiversitet.

Försök där man jämför resultaten man får vid poängsumman av bedömningssystemet tillsammans med en mätning av biodiversitet på taken bör göras för att ta reda på hur noga och exakta resultaten är jämfört med en mer "exakt" mätning av biodiversitet. Min uppfattning är att systemet kan behöva en lite djupare förklaring och bör utredas mer.

Den viktigaste faktorn för att lyckas gynna biodiversitet på gröna tak är variation inom många aspekter. Typ av substrat, substratdjup, olika växtarter olika komponenter som sten träd och diversitet inom typer av gröna tak.

Slutsatser

Gröna tak har potential att påverka biodiversitet i urbana områden genom att fungera som habitat för flora och fauna.

Genom bland annat faktorer som variation inom substratdjup, substrattyp och variation av växtarter kan biodiversitet på gröna tak påverkas positivt. Gröna taks förmåga att påverka biodiversitet kan bedömas vid hjälp av olika övergripande faktorer som har förmåga att gynna biodiversitet med olik inverkan. Ett poängsystem har skapats av Hui och Chan. Poängsystemet är övergripande och ger en indikator på ett taks förmåga att påverka biodiversitet. Poängsystemet är lättanvänt och redan i planeringsfasen av ett tak kan man göra en bedömning av taket. Några av faktorerna

är oklara och behöver mer utredning och beskrivning. Studier där man jämför resultat av poängsystemet med mätningar av biodiversitet på tak bör göras för att ta reda på hur exakta resultaten är med en mer noggrann mätning av biodiversitet.

Källor

- Aniansson, B. & Larsson, E. (1990). *Biologisk mångfald*. Stockholm: Naturskyddsföreningen.
- Andrews, A. & Granath, B. (2016). *FN-fakta Hållbar Utveckling*. Available from: <http://www.fn.se/PageFiles/14110/2-12%20H%C3%A5llbar%20utveckling.pdf>. [Accessed 2016-05-31].
- Bernes, C. (1994). *Biologisk mångfald i Sverige: En landstudie*. Solna: Naturvårdsverket.
- BiodiverCity (2016). *BiodiverCity- Om grön innovation i det urbana rummet*. Available from: <http://lup.lub.lu.se/record/935633/file/940715.pdf>. [Accessed 2016-05-04].
- Brenneisen, S. (2006). Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland. *URBAN HABITATS*, 4(1).
- Convention on Biological Diversity. *Convention on Biological Diversity*. [online] (2016) (Introduction). Available from: <https://www.cbd.int/intro/default.shtml>. [Accessed 2016-05-07].
- Dover, J. W. (2015). *Green infrastructure: incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments*. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, Earthscan from Routledge.
- Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs and living walls*. Portland,: Timber Press.
- EFB. [online] (2016) *Scandinavian Green Roof Association/Institute*. Available from: http://www.efb-greenroof.eu/SGRA/s_english.html. [Accessed 2016-05-14].
- FLL (2002) *Guidelines*. [online]. Available from: <http://www.greenroofsouth.co.uk/FLL%20Guidelines.pdf>. [Accessed 2016-05-18].
- Florgård, C., Mörtberg, U. & Wallsten, M. (1994). *Växter och djur i stadsnatur: skydd, skötsel och utveckling av tätortsbiotoper*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning ; Svensk byggtjänst.
- Gaston, K. J. & Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity: an introduction*. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Pub.
- Grant, G. (2006). Extensive Green Roofs in London. *URBAN HABITATS*, 4(1).
- Hui, S. C. & Chan, M. K. (2011). Biodiversity assessment of green roofs for green building design. In *Proceedings of Joint Symposium 2011: Integrated Building Design in the New Era of Sustainability, 22 November 2011 (Tue)*,

Kowloon Shangri-la Hotel, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Hong Kong, p.10.1-10.8.

Ishimatsu, K. & Ito, K. (2013). Brown/biodiverse roofs: a conservation action for threatened brownfields to support urban biodiversity. *Landscape and Ecological Engineering*, 9(2), pp 299–304.

Kadas, G. (2010). *Green roofs and biodiversity: can green roofs provide habitat for invertebrates in an urban environment?* Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic.

Köhler, M. (2006). Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin. *URBAN HABITATS*, 4(1).

Lorimer, J. (2008). Living Roofs and Brownfield Wildlife: Towards a Fluid Biogeography of UK Nature Conservation. *Environment and Planning A*, 40(9), pp 2042–2060.

Lundgren, E.A. et al. (2007). *Biologisk mångfald i staden*. Rapport nr 61. Örebro universitet.

Madre, F., Vergnes, A., Machon, N. & Clergeau, P. (2013). A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering*, 57, pp 109–117.

Magill, J. D. Midden, K. Groninger, J and Therrell, M. A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research" (2011). *Research Papers*. Paper 91.

Naturvårdsverket. [online] (2015-10-15) *Ekosystemtjänster*. Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Ekosystemtjanster/>. [Accessed 2016-05-06].

New, T. R. (2015). *Insect conservation and urban environments*. Switzerland: Springer int Publishing.

Reid, W. . (1992). *How many species will there be? Tropical deforestation and species extinction*. New York: Chapman and Hall.

Scandinavian Green Roof Institute. [online] (2016) *Om oss*. Available from: <http://greenroof.se/om-oss/>. [Accessed 2016-05-14].

Emilsson, T. [online] (2008) *Gröna tak för många behov*. Available from: <http://www.slu.se/sv/samverkan-och-innovation/kunskapsbank/2008/9/grona-tak-for-manga-behov/>. [Accessed 2016-05-14].

Sutton, R. K. (Ed) (2015). *Green roof ecosystems*. Cham: Springer. (Ecological studies; 223).

Vegtech. [online] (2016) *Biotoptak*. Available from:
http://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_biotoptak_low.pdf.
[Accessed 2016-05-14].

Muntliga källor

Nilsson, Johan. (2016) Vegtech 2016-04-29.